

### Kraftfahrzeugbremse

Die Erfindung betrifft eine Kraftfahrzeugbremse mit mindestens einer Bremsscheibe oder mindestens einer Bremstrommel, mit mindestens zwei Bremsbelägen sowie mit einer Einrichtung zum Ermitteln einer bei der Betätigung der Kraftfahrzeugbremse auf die Bremsbeläge einwirkenden Spannkraft, wobei die Bremsbeläge eine Trägerplatte sowie eine mit der Bremsscheibe oder der Bremstrommel in Eingriff bringbare Reibschicht aufweisen.

Die Ermittlung der Spannkraft oder einer die Spannkraft repräsentierenden Größe ist insbesondere bei elektronisch regelbaren Bremssystemen sehr wichtig. Bei konventionellen hydraulischen oder elektrohydraulischen Bremssystemen werden zu diesem Zweck den einzelnen Radbremsen zugeordnete Drucksensoren verwendet, die die in den Radbremsen eingesteuerten Drücke erfassen und aus deren Ausgangssignalen die gewünschten Spannkraftwerte abgeleitet werden können.

Die Ermittlung der Spannkraft bei elektromechanischen Bremssystemen erfolgt üblicherweise mittels Spannkraftsensoren, die in den Aktuatoren integriert sind. So ist beispielsweise aus der EP 1 242 797 B1 ein aktorintegrierter Kraftsensor bekannt, der die Verformung

bzw. Durchbiegung eines Auflageringes erfasst, der am Boden eines Betätigungselementes anliegt, das mit einem der Bremsbeläge kraftübertragend zusammenwirkt. Aus der EP 0 849 576 B1 ist ein kapazitiver Kraftsensor bekannt, der zwischen einem die Zuspannkraft auf einen der Bremsbeläge übertragenden Kolben und einem Ende einer Spindel angeordnet ist, die von einem Elektromotor angetrieben wird und die die erforderliche Zuspannkraft aufbringt. Als nachteilig anzusehen sind jedoch die verhältnismäßig hohen Kosten, die zwangsläufig mit der Verwendung der genannten Kraftsensorik verbunden sind.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Kraftfahrzeugbremse der eingangs genannten Gattung vorzuschlagen, bei der die Zuspannkraftmessungen mit ausreichend hoher Messgenauigkeit mit niedrigem Kostenaufwand durchgeführt werden können.

Eine erste erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe besteht darin, dass die Einrichtung zum Ermitteln der Spannkraft derart ausgebildet ist, dass sie bei der Betätigung der Kraftfahrzeugbremse auftretende Änderungen des elektrischen Widerstandes der Reibschicht erfasst und zur Bestimmung der Spannkraft auswertet.

Eine zweite erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe, die insbesondere bei Bremssystemen verwendet werden kann, deren Bremsbeläge eine zwischen Trägerplatte und Reibschicht angeordnete Verbindungsschicht aufweisen, besteht darin, dass die Einrichtung zum Ermitteln der Spannkraft derart ausgebildet ist, dass sie bei der Betätigung der

Kraftfahrzeugbremse auftretende Änderungen des elektrischen Widerstandes der Verbindungsschicht erfasst und zur Bestimmung der Spannkraft ausgewertet.

Bei einer dritten Lösung der vorhin gestellten Aufgabe ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Einrichtung zum Ermitteln der Spannkraft durch ein in der Reibschicht integriertes kraftsensierendes Element gebildet ist, das bei der Betätigung der Kraftfahrzeugbremse ein elektrisches Signal liefert, das zur Bestimmung der Spannkraft ausgewertet wird.

Schließlich besteht eine vierte Lösung der Aufgabe darin, dass die Einrichtung zum Ermitteln der Spannkraft durch ein in der Trägerplatte integriertes kraftsensierendes Element gebildet ist, das bei der Betätigung der Kraftfahrzeugbremse ein elektrisches Signal liefert, das zur Bestimmung der Spannkraft ausgewertet wird.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der ersten sowie der zweiten Lösung sieht vor, dass die ermittelten Widerstandswerte mit einem gemessenen bzw. errechneten Temperaturwert abgeglichen werden, der von einem temperaturmessenden Element zur Ermittlung der Temperatur der Reibschicht oder der Verbindungsschicht geliefert wird. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Reibschicht oder die Verbindungsschicht an eine elektrische Aufbereitungsschaltung angeschlossen ist, deren Ausgangssignal zusammen mit dem den Temperaturwert repräsentierenden Ausgangssignal zur Auswertung einem Mikroprozessor zugeführt wird.

Eine andere vorteilhafte Ausführung des Erfindungsgegenstandes besteht darin, dass Mittel zur kontinuierlichen Überwachung des elektrischen Widerstandes der Reibschicht oder der Verbindungsschicht bei einer festgelegten Temperatur vorgesehen sind, deren Messwerte zur Erkennung von Alterungserscheinungen herangezogen und ggf. durch im Mikroprozessor abgelegte Daten kompensiert werden.

Schließlich sind bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung Mittel zur Erfassung des Verschleißes der Reibschicht vorgesehen, deren Messwerte durch im Mikroprozessor abgelegte Daten kompensiert werden.

Die Erfindung wird anhand von drei Ausführungsbeispielen in der nachfolgenden Beschreibung im Zusammenhang mit der beiliegenden Zeichnung näher erläutert, wobei für einander entsprechende Teile die gleichen Bezugszeichen verwendet werden. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Bremsbelags, der als Einrichtung zum Ermitteln der Spannkraft verwendet wird,

Fig. 2 eine vereinfachte Darstellung einer elektrischen Schaltung zur Auswertung von Änderungen des elektrischen Widerstands des in Fig. 1 dargestellten Bremsbelags,

Fig. 3 eine diagrammatische Darstellung der Abhängigkeit der Spannung, die die zu ermittelnde Spannkraft

repräsentiert, vom elektrischen Widerstand der Reibschicht des gezeigten Bremsbelags,

Fig. 4 eine Schnittdarstellung einer zweiten Ausführung eines als Einrichtung zum Ermitteln der Spannkraft verwendbaren Bremsbelags, und

Fig. 5 eine dritte Ausführung eines als Einrichtung zum Ermitteln der Spannkraft verwendbaren Bremsbelags in einer Fig. 4 entsprechenden Schnittdarstellung.

Der in Fig. 1 dargestellte Bremsbelag besteht aus einer metallischen Trägerplatte 1 sowie einem mit der Trägerplatte 1 fest, beispielsweise durch Vulkanisieren, verbundenen Reibschicht 2, deren elektrischer Widerstand gestrichelt angedeutet und mit dem Bezugszeichen 3 versehen ist. In die Reibschicht 2 sind zwei elektrische Leitungen 4 eingelassen, die der Kontaktierung der Reibschicht 2 dienen. Außerdem ist ein Thermoelement 5 vorgesehen, das eine Information über die Temperatur der Reibschicht 2 liefert. Wenn sich der elektrische Widerstand der Reibschicht 2 nur geringfügig ändert, ist das Thermoelement 5 nicht notwendig.

Die in Fig. 2 dargestellte Auswerteschaltung weist eine Konstantstromquelle 6 auf, durch die die Reibschicht 2 gespeist wird. Die Reibschicht 2 bzw. 3 ist einerseits an Masse und andererseits an eine elektrische Aufbereitungsschaltung 7, ggf. einen Verstärker, angeschlossen, deren Ausgang einem Mikroprozessor 8 zugeführt wird. Das im Zusammenhang mit Fig. 1 erwähnte

Thermoelement 5 ist an eine zweite Aufbereitungsschaltung 9 bzw. einen Verstärker angeschlossen, dessen Ausgang ebenfalls dem Mikroprozessor 8 zugeführt wird. Im Mikroprozessor 8 wird das Ausgangssignal der ersten Aufbereitungsschaltung 7, das der Spannungsänderung entspricht, die durch die Wirkung einer auf die Reibschicht 2 wirkenden Kraft hervorgerufen wird, mit dem Ausgangssignal der zweiten Aufbereitungsschaltung 9 abgeglichen, wobei das Ergebnis ein genauer, temperaturkompensierter Wert der auf die Reibschicht 2 wirkenden Kraft bzw. der zu ermittelnden Spannkraft ist. Die Abhängigkeit der vom Mikroprozessor 8 ermittelten Spannung  $V$  von der Spannkraft  $F$  ist in Fig. 3 diagrammatisch dargestellt. Da bei den geringen Widerständen herkömmlicher Reibschichten relativ hohe Ströme fließen, wird die Konstantstromquelle 6 vom Mikroprozessor 8 getaktet, um den Energiebedarf zu verringern. Zu diesem Zweck ist zwischen der Konstantstromquelle 6 und der Reibschicht 2 bzw. 3 ein vom Mikroprozessor ansteuerbarer Schalter 10 vorgesehen.

Alternative Ausführungen des Erfindungsgegenstandes sind in Fig. 4 und 5 dargestellt. Bei der in Fig. 4 gezeigten Ausführung ist die Einrichtung zum Ermitteln der Spannkraft durch ein in der Reibschicht 2 integriertes kraftsensierendes Element 11 gebildet, das in der linken Hälfte der bildlichen Darstellung als nicht abrasives Element und in der rechten Hälfte der bildlichen Darstellung als abrasives Element ausgebildet ist. Eine nicht dargestellte Ausführungsvariante sieht vor, dass ein kraftsensierendes Element in der Trägerplatte integriert ist. Die

kraftsensierenden Elemente können entweder bei der Herstellung des Bremsbelags oder nachträglich eingebaut werden.

Bei der in Fig. 5 gezeigten Ausführung wird die Spannkraft durch Messen der Änderungen des elektrischen Widerstands einer zwischen der Trägerplatte 1 und der Reibschicht 2 vorgesehenen Verbindungsschicht 12 ermittelt. Es ist jedoch auch denkbar, eine Verbindungsschicht aus piezoelektrischem Material vorzusehen.

## Patentansprüche

1. Kraftfahrzeugbremse mit mindestens einer Bremsscheibe oder mindestens einer Bremstrommel, mit mindestens zwei Bremsbelägen sowie mit einer Einrichtung zum Ermitteln einer bei der Betätigung der Kraftfahrzeugbremse auf die Bremsbeläge einwirkenden Spannkraft, wobei die Bremsbeläge eine Trägerplatte (1) sowie eine mit der Bremsscheibe oder der Bremstrommel in Eingriff bringbare Reibschicht (2) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Ermitteln der Spannkraft derart ausgebildet ist, dass sie bei der Betätigung der Kraftfahrzeugbremse auftretende Änderungen des elektrischen Widerstandes (3) der Reibschicht (2) erfasst und zur Bestimmung der Spannkraft auswertet.
2. Kraftfahrzeugbremse mit mindestens einer Bremsscheibe oder mindestens einer Bremstrommel, mit mindestens zwei Bremsbelägen sowie mit einer Einrichtung zum Ermitteln einer bei der Betätigung der Kraftfahrzeugbremse auf die Bremsbeläge einwirkenden Spannkraft, wobei die Bremsbeläge eine Trägerplatte (1), eine mit der Bremsscheibe oder der Bremstrommel in Eingriff bringbare Reibschicht (2) sowie eine zwischen Trägerplatte (1) und Reibschicht (2) angeordnete Verbindungsschicht (12) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Ermitteln der Spannkraft derart ausgebildet ist, dass sie bei der Betätigung der Kraftfahrzeugbremse auftretende Änderungen des elektrischen Widerstandes der Verbindungsschicht (12) erfasst und zur Bestimmung der Spannkraft auswertet.



3. Kraftfahrzeugbremse mit mindestens einer Bremsscheibe oder mindestens einer Bremstrommel, mit mindestens zwei Bremsbelägen sowie mit einer Einrichtung zum Ermitteln einer bei der Betätigung der Kraftfahrzeugbremse auf die Bremsbeläge einwirkenden Spannkraft, wobei die Bremsbeläge eine Trägerplatte sowie eine mit der Bremsscheibe oder der Bremstrommel in Eingriff bringbare Reibschicht aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Ermitteln der Spannkraft durch ein in der Reibschicht integriertes kraftsensierendes Element (11) gebildet ist, das bei der Betätigung der Kraftfahrzeugbremse ein elektrisches Signal liefert, das zur Bestimmung der Spannkraft ausgewertet wird.
4. Kraftfahrzeugbremse mit mindestens einer Bremsscheibe oder mindestens einer Bremstrommel, mit mindestens zwei Bremsbelägen sowie mit einer Einrichtung zum Ermitteln einer bei der Betätigung der Kraftfahrzeugbremse auf die Bremsbeläge einwirkenden Spannkraft, wobei die Bremsbeläge eine Trägerplatte sowie eine mit der Bremsscheibe oder der Bremstrommel in Eingriff bringbare Reibschicht aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Ermitteln der Spannkraft durch ein in der Trägerplatte integriertes kraftsensierendes Element gebildet ist, das bei der Betätigung der Kraftfahrzeugbremse ein elektrisches Signal liefert, das zur Bestimmung der Spannkraft ausgewertet wird.

5. Kraftfahrzeugbremse nach Anspruch 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, dass die ermittelten Widerstandswerte mit einem gemessenen bzw. errechneten Temperaturwert abgeglichen werden, der von einem temperaturmessenden Element (5) zur Ermittlung der Temperatur der Reibschicht (2) oder der Verbindungsschicht (12) geliefert wird.
6. Kraftfahrzeugbremse nach Anspruch 5 dadurch gekennzeichnet, dass die Reibschicht (2) oder die Verbindungsschicht (12) an eine elektrische Aufbereitungsschaltung (7) angeschlossen ist, deren Ausgangssignal zusammen mit dem den Temperaturwert repräsentierenden Ausgangssignal zur Auswertung einem Mikroprozessor (8) zugeführt wird.
7. Kraftfahrzeugbremse nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur kontinuierlichen Überwachung des elektrischen Widerstandes der Reibschicht oder der Verbindungsschicht bei einer festgelegten Temperatur vorgesehen sind, deren Messwerte zur Erkennung von Alterungserscheinungen herangezogen und ggf. durch im Mikroprozessor abgelegte Daten kompensiert werden.
8. Kraftfahrzeugbremse nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur Erfassung des Verschleißes der Reibschicht vorgesehen sind, deren Messwerte durch im Mikroprozessor abgelegte Daten kompensiert werden.

## **Zusammenfassung**

### **Kraftfahrzeugbremse**

Die Erfindung betrifft eine Kraftfahrzeugbremse mit mindestens einer Bremsscheibe oder mindestens einer Bremstrommel, mit mindestens zwei Bremsbelägen sowie mit einer Einrichtung zum Ermitteln einer bei der Betätigung der Kraftfahrzeugbremse auf die Bremsbeläge einwirkenden Spannkraft, wobei die Bremsbeläge eine Trägerplatte (1) sowie eine mit der Bremsscheibe oder der Bremstrommel in Eingriff bringbare Reibschicht (2) aufweisen.

Um Messungen von bei der Bremsbetätigung auftretenden Spannkraften mit ausreichend hoher Messgenauigkeit mit niedrigem Kostenaufwand durchzuführen sieht die Erfindung vor, dass die Einrichtung zum Ermitteln der Spannkraft derart ausgebildet ist, dass sie bei der Betätigung der Kraftfahrzeugbremse auftretende Änderungen des elektrischen Widerstandes (3) der Reibschicht (2) erfasst und zur Bestimmung der Spannkraft auswertet.

(Fig. 1)